

ROCAS VOLCÁNICAS DE LA PATAGONIA. SU COMPORTAMIENTO FRENTE A LA RAS

Maiza, P. J. ¹; Batic, O. R. ²; Grecco, L. E. ³; Marfil, S. A. ⁴ y Sota J. D. ⁵

1. Dpto. de Geol.–UNS/CONICET. B. Bca. TE 0291-4595184. pmaiza@uns.edu.ar.
2. CIC-LEMIT. TE 0221-4831142/44. FAX 0221-4250471. e-mail: orbatic@netverk.com.ar.
3. Dpto. de Geología–UNS/CONICET. email: mlgrecco@criba.edu.ar.
4. CIC/Dpto. de Geología UNS. email: smarfil@uns.edu.ar.
5. CIC-LEMIT. email: jdsota@netverk.com.ar.

Palabras claves: agregados - riolitas - basaltos - reacción álcali sílice - sílice disuelta

RESUMEN

En la Patagonia (Argentina) existen gran cantidad de rocas volcánicas que se utilizan como agregados para hormigón. Muchas son potencialmente reactivas frente a los álcalis por contener vidrio volcánico y otras variedades de sílice lábil.

En el presente trabajo se estudiaron rocas basálticas y riolíticas de las Prov. de Río Negro y Chubut. Se identificaron como basaltos Huala y Facundo, riolitas Albistur y Camarones (Chubut) y basaltos Pillahuincó compacto y poroso, Meseta de Somún Curá, Ruca Choroi, Cerro Medina, Ing. Jacobacci, Cabecera del Salado, riolita Bienvenida y traquita El Cain (Río Negro).

Se aplicó la norma IRAM 1649 para el análisis petrográfico y el método acelerado de la barra de mortero (IRAM 1674).

Se concluyó acerca de su potencial reactividad frente a la RAS y se vincularon las causas del comportamiento deletéreo, correlacionando la petrografía, la expansión en las barras de mortero y la incidencia de la sílice disuelta.

INTRODUCCIÓN

En trabajos previos se estudiaron numerosos afloramientos de rocas volcánicas tanto de composición basáltica como riolítica provenientes de diferentes provincias de la Argentina; Los ensayos normalizados aplicados para evaluar su reactividad potencial frente a la RAS, muestran la presencia de rocas aptas y otras reactivas, aún dentro de un mismo yacimiento. [1, 2, 3, 4, 5, 6].

1. Profesor titular Dpto. de Geol. UNS. Inv. Principal CONICET
2. Investigador Principal CIC. Prof. UNLP, UN Comahue
3. Docente UNS-Inv. Adjunto CONICET
4. Inv. Independiente CIC. Prof. Adjunto Dpto. de Geol. UNS
5. Profesional Principal CIC-LEMIT. Docente UTN-La Plata.

Estas rocas también forman parte, a veces en forma mayoritaria de los agregados naturales (gravas y arenas), por lo que es importante establecer sus características desde el punto de vista de su reactividad frente a los álcalis. La principal causa del comportamiento deletéreo es la presencia de vidrio volcánico, tanto fresco como alterado, principalmente de minerales arcillosos del grupo de la montmorillonita; la sílice micro y/o criptocristalina (ópalo, tridimita, cristobalita y cuarzo secundario de grano fino), la cristalinidad de las pastas de estas vulcanitas y las texturas especialmente la porosidad [7, 8, 9].

El propósito del presente trabajo es ampliar la información disponible, con los estudios de otros afloramientos, de rocas volcánicas provenientes de la Patagonia (Prov. de Río Negro y Chubut) de composición riolítica y basáltica y evaluar su factibilidad de uso como agregados para hormigón frente a la RAS. Las conclusiones son de aplicación en el estudio de nuevos proyectos de obras de hormigón.

MATERIALES Y METODOS

Se obtuvieron rocas riolíticas y basálticas provenientes de las Prov. de Río Negro y Chubut. Se denominan: basaltos Huala y Facundo, riolitas Albistur y Camarones de la Prov. de Chubut y basaltos Pillahuincó compacto y poroso; Meseta de Somún Curá, Ruca Choroí, Cerro Medina, Ing. Jacobacci, Cabecera del Salado, riolita Bienvenida y traquita El Cain de la Prov. de Río Negro. Para los análisis petrográficos aplicando la norma IRAM 1649 (12) se utilizó un microscopio de polarización Olympus, trinocular, con cámara de video y programas computarizados para el tratamiento de imágenes. Los estudios para determinar el comportamiento de los agregados frente a los álcalis contenidos en el hormigón de cemento portland, se realizaron aplicando las especificaciones de la Norma IRAM 1674 [10]. Con este fin se trituraron cada una de las rocas en estudio, hasta tamaño arena, partículas menores de 4,75 mm. Con este material se confeccionaron las barras de mortero. La determinación de la sílice disuelta se realizó según lo establecido en la Norma IRAM 1650 [11] utilizando una porción representativa de muestra molida y homogeneizada, comprendida entre los tamices 0.300 y 0.600 mm.

RESULTADOS OBTENIDOS

Petrografía:

Riolita Camarones: Está constituida por fenocristales de sanidina de hasta 4 mm, argilizados y cuarzo. La pasta tiene textura microgranular, con sectores silicificados donde el cuarzo desarrolla texturas poikilíticas. El mafito es muy escaso, (biotita). Hay moderada cantidad de minerales opacos y no tiene vidrio volcánico. Relación pasta/fenocristales: 90/10. En la figura 1a se observa sanidina (f) con sus bordes alterados en una pasta microgranular de cuarzo (q) y feldespato (f).

Riolita Albistur: Roca porfírica con grandes fenocristales de cuarzo y sanidina dispuesta en cristales aislados, caolinizados levemente y sectores albitizados con

pequeña cantidad de clorita y montmorillonita. Hay zonas con clorita–montmorillonita, seudomorfos de minerales originales. La pasta es microgranular con sanidina, escasa plagioclasa y cuarzo con minerales arcillosos asociados. Hay moderada cantidad de minerales opacos; no se observa vidrio volcánico. Relación pasta/fenocristales: 90/10. En la figura 1b se observa fenocristales de sanidina alterados (f), zonas cloritizadas (cl), con montmorillonita y texturas micrográficas (tg).

Riolita Bienvenida: Vulcanita ácida constituida por fenocristales de cuarzo de hasta 2 mm, sanidina parcialmente argilizada y escasa plagioclasa. La pasta es microgranular con evidencias de textura granofírica. Son muy escasos los mafitos ya que han sido alterados. Se reconoce escasa muscovita. Se desarrolla caolín y calcita como alteración de los feldespatos. No se observa vidrio volcánico. Relación pasta/fenocristales: 90/10. En la figura 1c se muestra la textura microgranular con definiciones perfiticas con escasos fenocristales de cuarzo (q) y sanidina (f).

Traquita El Cain: Roca volcánica con textura fluidal constituida por fenocristales tabulares de sanidina, casi sin alteración contenidos en una pasta de finas tablillas de sanidina suborientadas, que contiene un anfíbol sódico entre sus interespacios y escasos minerales opacos. La relación pasta/fenocristales es 80/20.

Traquibasalto Meseta de Somún Curá: Está constituida por tablillas de labradorita con bordes irregulares sin orientación. En los espacios intergranulares se disponen granos de piroxeno. El olivino es escaso. Asociado a la plagioclasa cristalizó feldespato potásico. Hay abundantes minerales opacos, en general asociados al piroxeno, con alteración moderada (goetita). No se observa vidrio relíctico. La textura es intergranular. La roca está fresca. En la figura 1d se observa la distribución de los minerales opacos (op), en general relacionados con piroxenos (pi), contenidos en tablillas de plagioclasa (pl).

Basalto Facundo: Está constituida por abundantes cristales de plagioclasa, que alojan en los espacios intergranulares minerales formados por la desvitrificación. Estos rodean fenocristales de olivino, parcialmente alterados. Son abundantes los minerales opacos (10 %). Asociado a las tablillas hay abundantes piroxenos y escasos anfíboles. La textura de la roca es intergranular con escasos sectores intersertal. El vidrio es muy escaso y se presenta alterado. En la figura 1e se muestra tablillas de plagioclasa (pl) con vidrio intersticial parcialmente desvitrificado (vv). Se observan cristales de augita (au) y minerales opacos (op).

Basalto Huala: Está constituida por fenocristales de olivino de hasta 2 mm, generalmente frescos, con escasa calcita asociada, contenidos en una pasta con textura afieltrada, compuesta por tablillas de plagioclasa con abundante augita. No presenta vidrio volcánico y son abundantes los minerales opacos. Relación pasta/fenocristales: 75/25. En la figura 1f se observa fenocristales de olivino (ol) en una pasta microgranular algo fluidal de labradorita y granos pequeños de piroxeno.

Basalto Pillahuincó Compacto: Fenocristales de olivino con indicios leves de alteración, contenidos entre cristales tabulares de plagioclasa en textura intersertal, con sectores puntuales de textura ofítica. Algunos espacios intergranulares están

colmados de vidrio volcánico relíctico (mas del 5%) a veces desvitrificado, con exolución de óxidos de hierro. La augita es abundante, con leves indicios de alteración. La relación pasta/fenocristales es 75/25. En la figura 2a se observa el vidrio volcánico (vv) relíctico contenido en los espacios intergranulares.

Basalto Pillahuincó poroso: Está constituida por fenocristales de olivino de hasta 1 mm con leve alteración periférica (iddingsita). El mineral más abundante de la pasta es augita, sin alteración. El conjunto está contenido en feldespatos. Los óxidos de hierro son abundantes. La roca es un traquibasalto. No hay vidrio. En la figura 2b se muestra la textura porosa del basalto. p = poros; ol: olivino; pl: plagioclasa.

Basalto Ruca Choro: Está constituida por abundantes olivinos relacionados con minerales opacos, contenidos en una masa de tablillas de labradorita. Hay abundante feldespato potásico intersticial. No se reconoció vidrio relíctico. La alteración es incipiente y se desarrolla sobre los mafitos. La textura es intergranular. La roca es un traquibasalto. En la figura 2c se muestra un sector intergranular con piroxenos (pi), minerales opacos (op) y plagioclasa reemplazadas por ceolitas (z).

Basalto Cerro Medina: Contiene abundantes minerales opacos, piroxenos y olivinos, asociados a escasas tablillas de plagioclasa. La roca es muy porosa y la textura intersertal. La relación matrix/fenocristales es 85/15. La figura 2d muestra la textura característica de la roca, fenocristales de olivino (ol) parcialmente alterados a iddingsita y granos de augita asociados a minerales opacos (op).

Basalto Ing. Jacobacci: Está constituida por tablillas de plagioclasa sin orientación preferencial con abundante sanidina anhedral. Presenta distribución uniforme de minerales opacos. El mafito está reemplazado pseudomórficamente por iddingsita y parcialmente cloritizado. Hay escasos sectores con vidrio fresco, a veces con incipiente alteración periférica. Hay fenocristales de feldespato de hasta 500 μm de largo. La textura es intersertal. La relación pasta/fenocristales es 85/15. En la figura 2e se observa un fenocristal de bitownita pertitizada con olivinos alterados inmersos en una mesostasis desvitrificada con algunas tablillas de plagioclasa (pl).

Basalto Cabecera del Salado: Tablillas de plagioclasa sin evidencias de fluidalidad, límpidas y sin alteración. En los interespacios se disponen granos de olivino, algunos con alteración a iddingsita. Es escasa la augita por lo general asociada a los sectores donde se concentra el olivino. Hay minerales opacos formados como consecuencia de la alteración de vidrio intersticial. El vidrio fresco es abundante (más del 5%), pero se observaron algunos sectores donde hay desvitrificación con cristalización de óxidos de hierro, sílice y otros minerales secundarios. La textura es intersertal. La relación pasta/fenocristales es 80/20. La figura 2f muestra una zona de alteración con vidrio volcánico relíctico (vv).

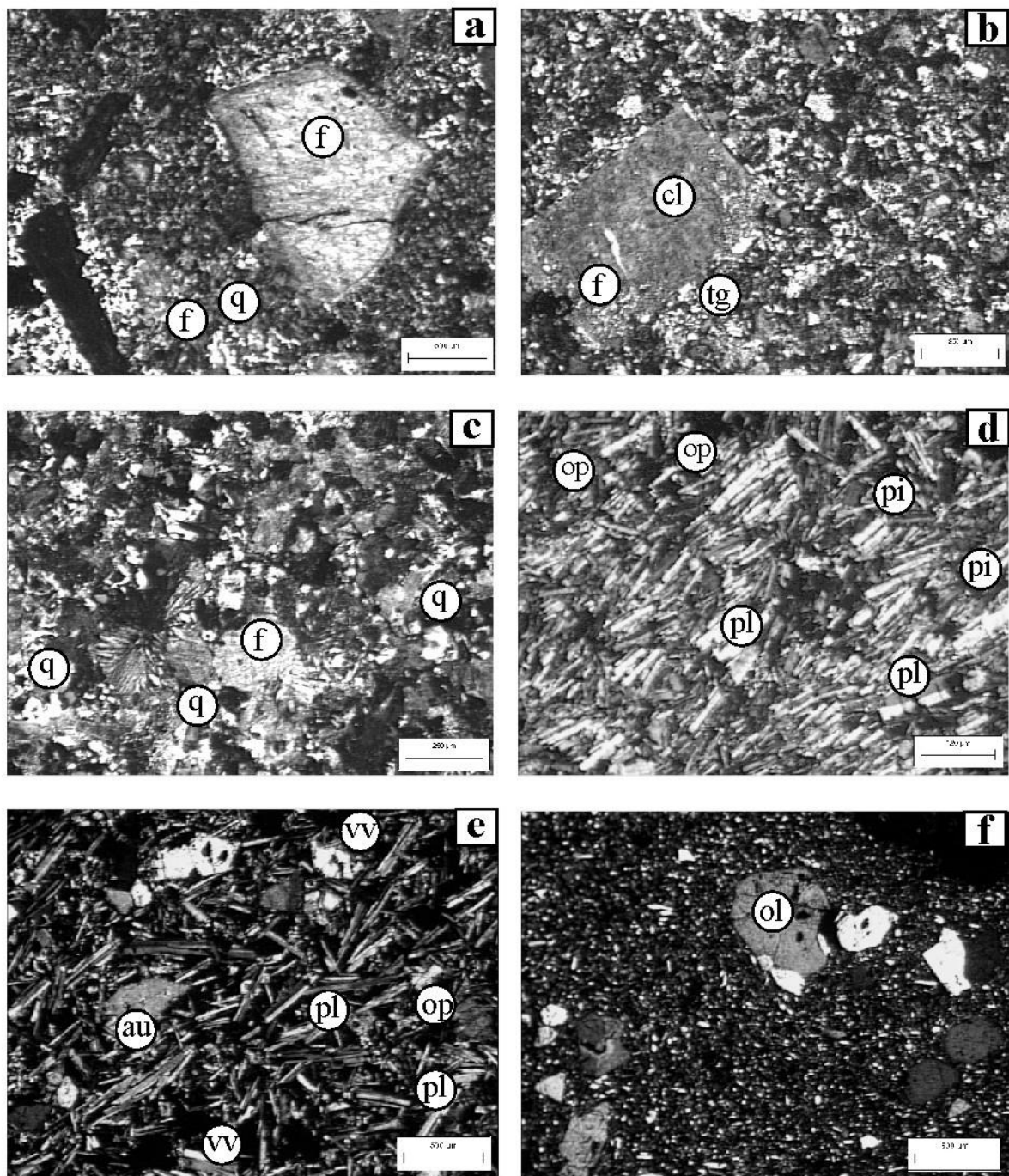


Fig. 1. **a:** Rioluta Camarones. Sanidina (f) alterada en una masa de cuarzo (q) y feldespato (f). **b:** Rioluta Albistur. Fenocristales de sanidina alterada (f), zonas cloritizadas (cl) y texturas gráficas (tg). **c:** Rioluta Bienvenida. Textura microgranular, con escasos fenocristales de cuarzo (q) y sanidina (f). **d:** Traquibasilto Meseta Somún Curá. Minerales opacos (op) y piroxenos (pi) en tabillitas de plagioclase (pl). **e:** Basalto Facundo. Plagioclase (pl) con vidrio intersticial (vv), augita (au) y minerales opacos (op). **f:** Basalto Huala. Fenocristales de olivino (ol) en una pasta microgranular algo fluidal.

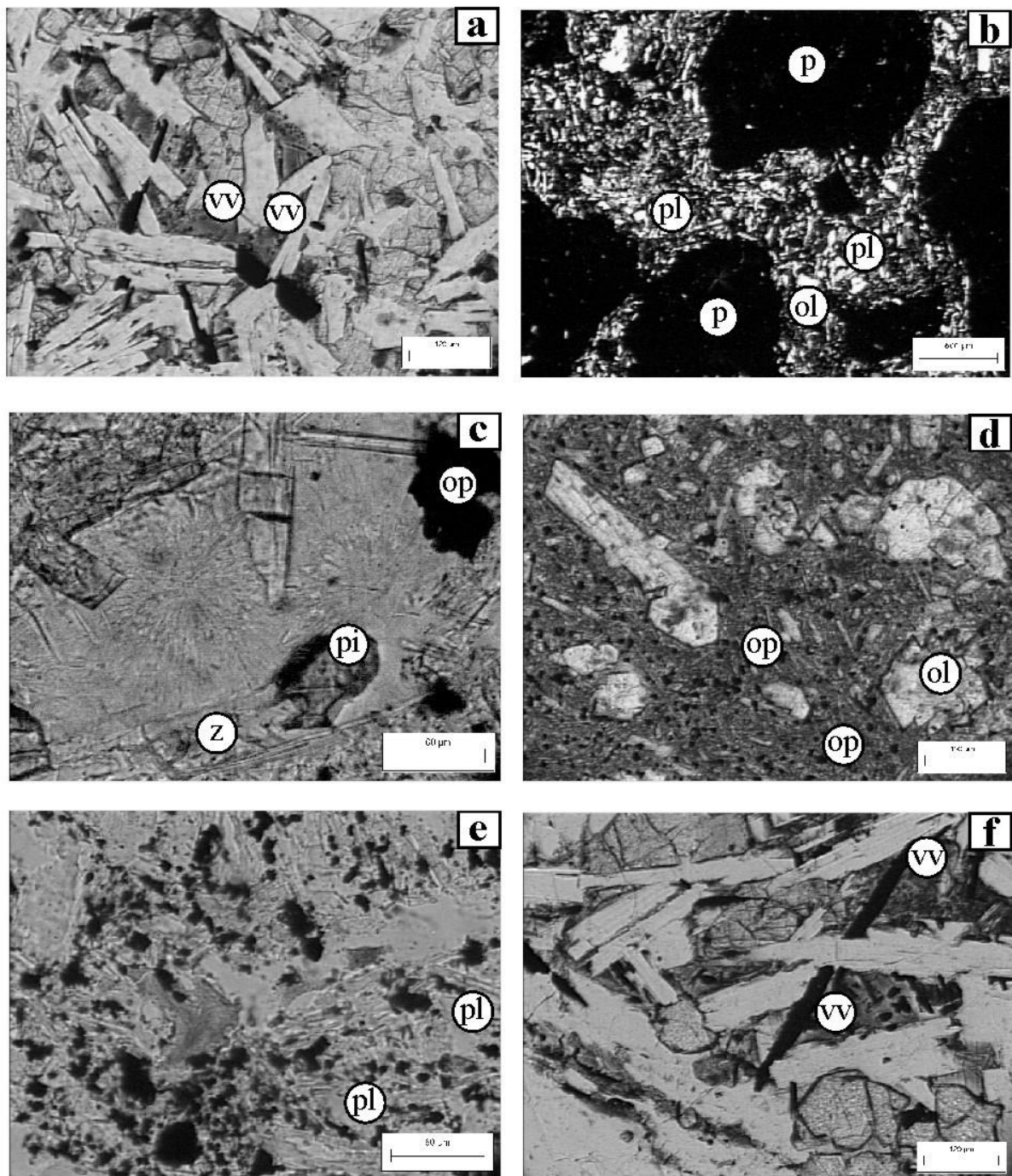


Fig. 2 **a**: Basalto Pillahuincó Compacto. Vidrio relíctico (vv) en los espacios Intergranulares. **b**: Basalto Pillahuincó Poroso. Textura porosa (p) con abundante plagioclase (pl) y olivino (ol). **c**: Basalto Ruca Choroí. Textura intergranular, con piroxenos (pi), minerales opacos (op) plagioclaseas ceolitizadas (z). **d**: Basalto Cerro Medina. Fenocristales de olivinos (ol) asociados a minerales opacos (op). **e**: Basalto Ing. Jacobacci. Plagioclasea (pl) pertitizada con olivinos alterados. **f**: Basalto Cabecera del Salado. Zona de alteración con vidrio volcánico relíctico (vv).

Ensayos físicos y químicos:

En la tabla 1 se indican el origen de las muestras, la expansión medida en las barras de mortero (IRAM 1674) a las edades de 16 y 28 días y la sílice disuelta (IRAM 1650).

Tabla 1 – Ensayos físicos y químicos

Identificación de las muestras	Provincia	Expansión (%) a la edad de:		Sílice disuelta (en mg)
		16 días	28 días	
Riolita Camarones	Chubut	0.061	0.096	1.4
Riolita Albistur	Chubut	0.127	0.164	10.5
Riolita Bienvenida	Río Negro	0.096	0.112	8.8
Traquita El Cain	Río Negro	0.071	0.087	12.8
Traquibasalto Meseta de Somún Curá	Río Negro	0.013	0.020	9.7
Basalto Facundo	Chubut	0.016	0.016	5.0
Basalto Huala	Chubut	0.045	0.074	7.4
Basalto Pillahuincó poroso	Río Negro	0.014	0.014	7.2
Basalto Pillahuincó compacto	Río Negro	0.337	0.392	41.3
Basalto Ruca Choroí	Río Negro	0.009	0.020	4.1
Basalto Cerro Medina	Río Negro	0.001	0.001	9.9
Basalto Ing. Jacobacci	Río Negro	0.002	0.003	6.7
Basalto Cabecera del Salado	Río Negro	0.360	0.366	21.6

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La tabla 1 muestra que las rocas que contienen pastas totalmente cristalinas o con escaso vidrio o desvitrificado resultan de baja reactividad frente a los álcalis, como por ejemplo los basaltos El Caín y Facundo. Se observa que al aumentar el contenido de vidrio volcánico se incrementa la reactividad potencial alcalina, como se presenta en los basaltos de Pillahuinco compacto y Cabecera del Salado. Esta situación es corroborada por los resultados del ensayo según norma IRAM 1674. Si se analizan los resultados obtenidos aplicando el método químico, también vemos que a medida que el contenido de sílice se incrementa mayor es la posibilidad de que la roca sea reactiva como sucede con las rocas procedentes de Pillahuinco compacto y cabecera del Salado.

Otra consecuencia que surge de este estudio es que las dos rocas que superaron el límite de expansión aconsejado en la norma IRAM 1674, para considerar al agregado reactivo, tienen valores de sílice superiores a 20 mg y las que dieron expansiones menores al límite inferior (0,100%) están por debajo de 10 mg de sílice disuelta. Las rocas que acusaron valores en la zona de duda, como la de El Caín y Albistur, tienen valores de sílice también intermedio. La roca de Albistur produce una expansión elevada que se atribuye a la presencia de montmorillonita, que deberá ser estudiada con mayor profundidad.

CONCLUSIONES

- Los basaltos: Huala, Facundo, Pillahuincó poroso, Ruca Choroí, Cerro Medina, Ing. Jacobacci y traquibasalto Meseta de Somún Curá, las riolitas Camarones y Bienvenida y la traquita El Cain son rocas aptas para ser utilizadas como agregado para hormigón desde del punto de vista de su reactividad alcalina potencial.
- Los basaltos Pillahuincó compacto y Cabecera del Salado producen un comportamiento deletéreo frente a la RAS.
- La expansión de la riolita Albistur en el ensayo IRAM 1674 se atribuye en principio a la presencia de montmorillonita.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNS, CONICET y CIC de la Prov. de Bs. As. por el apoyo brindado y al Sr. Rodolfo Salomón por la colaboración en la obtención y compaginación de las fotomicrografías.

REFERENCIAS

- (1) MARFIL, S. A.; MAIZA, P. J. "Características petrográfico-mineralógicas de la alteración de basaltos de la Meseta de Somún Curá, Prov. de Río Negro". III Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Public. Nº 5. INREMI. Actas, La Plata, (1996) p. 287-293.
- (2) MARFIL, S. A.; MAIZA, P. J.; BENGOCHEA, A. L.; SOTA, J. D. BATIC, O. R. "Relationship between SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, K₂O and expansion in the determination of the alkali reactivity of basaltic rocks". Cement and Concrete Research, USA, v. 28, n. 2, (1998) p. 189-196.
- (3) BATIC O. R.; MAIZA, P. J.; SOTA, J. D. "Alkali silica reaction in basaltic rocks". Cement and Concrete Research, USA, v. 24. (1994). p. 1317-1326.
- (4) MAIZA, P. J.; MARFIL, S. A.; BATIC, O. R.; SOTA, J. D. "Estudio comparativo de rocas basálticas frente a la RAS". XII Reunión de la AATH. Memorias. La Plata. (1995). p. 127 – 140.
- (5) MAIZA, P. J.; MARFIL, S. A. "Comportamiento de rocas basálticas en hormigón, frente a la reacción álcali – sílice". II Congreso Uruguayo de Geología. Actas, Punta del Este, Uruguay, (1998). p. 134-137.
- (6) MAIZA, P. J.; MARFIL, S.A.; BENGOCHEA, A. L.; BATIC, O. R.; SOTA, J. D. "Aplicación de un modelo estadístico para evaluar la reactividad alcalina potencial en rocas basálticas". V Jor. Geol. y Geofísicas Bonaerenses, Mar del Plata, Argentina, v. 1. (1998) p. 135-143.
- (7) MAIZA, P. J. Y S. A. MARFIL. "Comportamiento de rocas basálticas en hormigón, frente a la reacción álcali-sílice". II Cong. Uruguayo de Geol. Punta del Este. Uruguay. (1998). p. 134-137.
- (8) MAIZA, P. J. Y S. A. MARFIL. "Rocas riolíticas en agregados para concreto. Su factibilidad de uso basada en la petrografía". 10º Congreso Geológico Chileno. Octubre de 2003. Concepción. Chile. (2003). Publicado en CD (7 pag).
- (9) Maiza, P. J.; O. R. Batic; S. A. Marfil y J. D. Sota. "Reactividad alcalina potencial de rocas riolíticas como agregados para hormigón". 15ª Reunión Técnica de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón Octubre de 2003. Santa Fe. (2003). Ed. en CD. (8 Páginas).
- (10) Norma IRAM 1674." Agregados. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero". (1997).
- (11) IRAM 1650-68-Reactividad alcalina en áridos. Método de ensayo químico.
- (12) IRAM 1649 – Agregados para hormigones. Examen petrográfico.